

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-270305

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

(21)Application number : 09-091461

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 26.03.1997

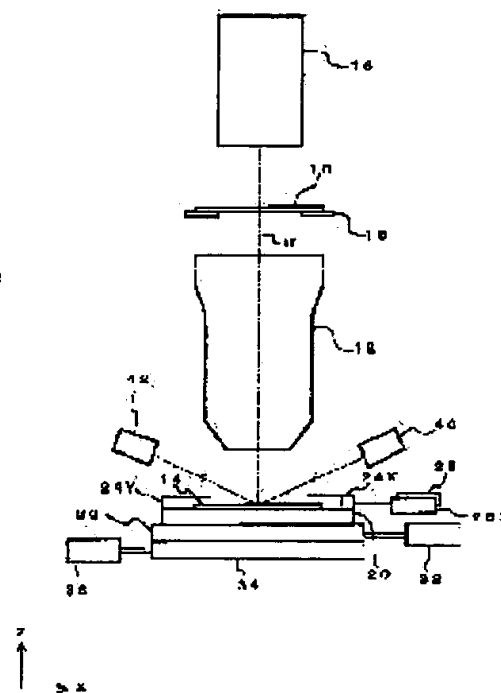
(72)Inventor : YAMAMOTO NAOYUKI

## (54) METHOD OF EXPOSURE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the production cost of a stage to a low level and to enhance the throughput.

**SOLUTION:** Before placing a sensitive substrate 14 on a movable stage 20, the amount of tilt of the stage 20 with respect to the image forming surface of a projection optical system 12 is measured at several points of the stage 20 and is stored. Before exposure, after the sensitive substrate 14 is placed on a predetermined position of the stage 20, the height of the projection optical system 12 in the direction of the optical axis from the sensitive substrate 14 is detected. A pattern image formed on a mask 10 is transferred onto the sensitive substrate 14 according to the detected height of the sensitive substrate 14 and the stored amount of tilt of the stage 20.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the exposure method which imprints the image of the pattern formed in the mask on the induction substrate laid in the movable stage through the projection optical system Before laying the aforementioned induction substrate on the aforementioned stage, it sets in two or more positions on the aforementioned stage. The step which measures the amount of inclinations of the aforementioned stage to the image formation side of the aforementioned projection optical system; As opposed to the step which memorizes the amount of inclinations of the measured aforementioned stage, the step which lays the; aforementioned induction substrate in the predetermined position on the aforementioned stage, and the aforementioned induction substrate laid in; position The step which detects the height position of the direction of an optical axis of the aforementioned projection optical system; the exposure method characterized by including the step imprinted on the aforementioned induction substrate based on the amount of inclinations of the aforementioned stage remembered to be the height position of the detected aforementioned induction substrate.

[Claim 2] The step which measures the amount of inclinations of the aforementioned stage is the exposure method according to claim 1 characterized by being carried out on the lattice point of  $m \times n$  arranged on the aforementioned stage.

[Claim 3] The step which measures the amount of inclinations of the aforementioned stage is the exposure method according to claim 1 or 2 characterized by measuring within the limits of [ movable ] the aforementioned stage.

[Claim 4] The claim 1 characterized by having an amendment step for the aforementioned amount of inclinations further before imprinting on the aforementioned induction substrate, or the exposure method given in three.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the exposure method which imprints the image of the pattern formed in the mask on the induction substrate laid in the movable stage through the projection optical system.

[0002]

[Description of the Prior Art] the amount of inclinations of an induction substrate [ as opposed to / in order to imprint correctly the image of the pattern formed in the mask on an induction substrate in the aligner used for a semiconductor manufacturing process etc. / the image formation side of a projection optical system ] -- an amendment -- things are important In the conventional aligner, change of the amount of inclinations accompanying movement of the stage concerned was prevented by, for example, carrying out flat processing of the run side of the stage in which an induction substrate is laid according to the specification of an aligner with high degree of accuracy. However, in order that the amount control of inclinations of a stage might be dependent on the process tolerance of the run side of the stage, while the limitation arose in the improvement in precision of the amount control of inclinations of a stage, there were various un-arranging -- the manufacturing cost of a stage benefits precise machining high.

[0003] Various technique has been performed in order to cancel this un-arranging. For example, they are the amendment method and the so-called EGL (Enhanced Global Level-ing) globally about the amount of surface inclinations of an induction substrate [ as opposed to the image formation side of a projection optical system in JP,5-283310,A ]. The exposure method which adopted the method is indicated. In this method, after laying the induction substrate used as a processing object on a stage, the amount of inclinations of the front face of the induction substrate to the image formation side of a projection optical system (irregularity) is measured by two or more points. And based on the measurement result, the amount of surface inclinations of the whole induction substrate is calculated statistically, and the surface inclination of an induction substrate is amended based on the calculated amount of inclinations.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, after laying an induction substrate on a stage as mentioned above, un-arranging [ that a throughput fell ] was by the method of measuring the amount of inclinations of the front face of the induction substrate through a statistical operation each time.

[0005] this invention aims at offering the above exposure methods that improvement in a throughput can be aimed at while taking an example inconvenient, accomplishing and holding down the manufacturing cost of a stage low.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In the exposure method of this invention, in order to solve the above-mentioned technical problem, before laying an induction substrate (14) on a movable stage (20), in two or more positions on a stage (20), the amount of inclinations of the stage (20) to the image formation side of a projection optical system (12) is measured, and this is memorized. After laying an induction substrate (14) in the predetermined position on a stage (20) in advance of exposure, the height position of the direction of an optical axis (AX) of a projection optical system (12) is detected to the induction substrate (14) concerned. And based on the amount of inclinations of the stage (20) remembered to be the height position of the detected induction substrate (14), the image of the pattern formed in the mask (10) is imprinted on an induction substrate (14). In the above this inventions, it is desirable to measure the amount of inclinations of a stage (20) on the lattice point of  $m \times n$  arranged on a stage (20). In addition,  $m$  and  $n$  are taken as a positive number.

[0007] the time of exposing the amount of inclinations of the stage (20) memorized beforehand according to this invention -- reading -- the amount of inclinations -- an amendment -- things are made For this reason, there is no need

of measuring the amount of inclinations of an induction substrate (14) front face, at the time of each induction substrate (14) or the exposure for every shot, and improvement in a throughput can be aimed at it. Moreover, like before, since it is not necessary to depend for the measurement precision of the amount of inclinations of a stage on the process tolerance of the run side of a stage, it becomes possible to hold down the manufacturing cost of a stage (20, 30, 34) low.

[0008]

[Embodiments of the Invention] Drawing 1 shows the projection aligner concerning this gestalt. This gestalt applies this invention to the projection aligner for semiconductor-device manufacture which imprints the image of the pattern formed on the reticle 10 as a mask on the wafer 14 as an induction substrate through a projection optical system 12. In the projection aligner of this gestalt, the exposure light which has the uniform illuminance injected from the illumination system 16 containing the light source is irradiated by the reticle 10 held at the reticle holder 18. The pattern for an imprint (not shown) is formed in the inferior surface of tongue of a reticle 10, and the image of the pattern is projected by the projection optical system 12 for a predetermined scale factor on a wafer 14.

[0009] A wafer 14 is held by methods, such as vacuum adsorption, with the wafer electrode holder 38 (refer to drawing 2 ) laid on the leveling stage 20. The move mirrors 24X and 24Y are installed in two sides on the rectangular leveling stage 20, and the laser beam injected from laser interferometers 26X and 26Y (refer to drawing 2 ) is reflected in them, respectively. Laser interferometer 26X measures the coordinate position of the direction of X of the leveling stage 20 (longitudinal direction in drawing 1 ), and laser interferometer 26Y measures the coordinate position of the direction (direction perpendicular to the space of drawing 1 ) of Y of the leveling stage 20. Each laser interferometers 26X and 26Y measure the coordinate position of the leveling stage 20 respectively based on the interference state of the reflected light from the fixed mirror which is not illustrated [ by which fixed installation was carried out ], and the reflected light from each move mirrors 24X and 24Y to a projection optical system 12. Moreover, the leveling stage 20 is constituted so that it may explain in full detail behind, and justification (focal adjustment) and leveling adjustment of a Z direction (the vertical direction of drawing 1 ) parallel to the optical axis AX of a projection optical system 12 can be performed.

[0010] The leveling stage 20 is installed by X stage drive system 32 on the X stage 30 movable in the direction of X. Moreover, the X stage 30 is installed by Y stage drive system 36 on the Y stage 34 movable in the direction of Y. The light transmission system 40 and the light-receiving system 42 which constitute the autofocus equipment of an oblique incidence method are arranged at the flank of a projection optical system 12. Slit-like light is irradiated from across on the front face of a wafer 14 from the light transmission system 40, and the reflected light is detected by the light-receiving system 42. With such autofocus equipment (40 42), the surface height of the wafer 14 of the optical-axis AX direction (Z direction) of a projection optical system 12 can be measured now.

[0011] Next, the surrounding composition of the leveling stage 20 of a projection aligner shown in drawing 1 is explained using drawing 2 . As shown also in drawing 1 , a collimator 28 is put side by side beside X-axis interferometer 26X, and the collimator 29 is put side by side beside Y-axis interferometer 26Y. A collimator 28 irradiates the light for measurement to move mirror 24X, and measures the amount of inclinations of the circumference of the Y-axis of the leveling stage 20 (tilt angle) based on the reflected light. Moreover, similarly, a collimator 29 also irradiates the light for measurement to move mirror 24Y, and measures the amount of inclinations of the circumference of the X-axis of the leveling stage 20 (tilt angle) based on the reflected light. Before measurement of such an amount of inclinations of the leveling stage 20 lays a wafer 14 on the leveling stage 20, it is beforehand performed before exposure.

[0012] Drawing 3 shows the composition of the drive system of the leveling stage 20. Between the leveling stage 20 and the X stage 30, three DC motors (DC motor) 46, 48, and 50 which drive the leveling stage 20 in the direction (Z direction) parallel to the optical axis AX of a projection optical system 12 are arranged. Moreover, the encoders 52, 54, and 56 which act as the monitor of the rotation of each motor are connected to DC motors 46, 48, and 50, respectively. That is, it can act as the monitor of the amount of drives of the leveling stage 20 by DC motors 46, 48, and 50 with the detection value of encoders 52, 54, and 56. In this gestalt, it has composition which can control independently three DC motors 46, 48, and 50, respectively, and it is possible to perform not only the amount adjustment of inclinations of the leveling stage 20 but justification (focal adjustment) of a Z direction. In addition, the signs 62 and 60 in drawing show respectively the run side of the ideal of the X stage 30 (leveling stage 20) which is the image formation side of a projection optical system 12, and an actual run side. In drawing 3 , although the degree of the inclination to the ideal side 62 of the run side 60 of the X stage 30 is shown extremely, the run side of the X stage 30 on the Y stage 34 (refer to drawing 1 ) inclines to the ideal side 62 for the various reasons of a process tolerance etc.

[0013] Next, the composition of the control system related to the leveling function by this gestalt is explained using drawing 4 . The operation part 68 which performs a predetermined operation, and the memory 70 which memorizes the

data about the amount of inclinations of the leveling stage 20 etc. are connected to CPU (central processing unit)66 which controls the whole in the gross. As mentioned above, the data in which the amount of drives of DC motors 46, 48, and 50 is shown are supplied from encoders 52, 54, and 56 to CPU66. From the light-receiving system 42 of autofocus equipment (40 42), the data (height information) in which the position of the Z direction of the front face of a wafer 14 is shown are supplied to CPU66. From collimators 28 and 29, the data in which the amount of inclinations of the leveling stage 20 is shown are supplied to CPU66, and the data in which the coordinate position in XY flat surface of the leveling stage 20 is shown are supplied to CPU66 from X-axis interferometer 26X and Y-axis interferometer 26Y.

[0014] Based on the information from collimators 28 and 29 and two interferometers 26X and 26Y, CPU66 makes a note of the amount of inclinations of the two or more on the leveling stage 20 as map data, and saves it 70. As a measure point of the amount of inclinations, as shown in drawing 5 , it carries out by mxn44 which exists in the movable range of the leveling stage 20, for example, the lattice point of 10x10. That is, before exposing, the amount of inclinations of the leveling stage 20 in the lattice point 44 is measured using collimators 28 and 29. As mentioned above, it fluctuates not only 10x10 but if needed, and the number of the points which measure the amount of inclinations of the leveling stage 20 can change arrangement of a measure point.

[0015] On the occasion of exposure, CPU66 reads the amount data of inclinations memorized by memory 70, and computes the amount of inclination amendments of each shot field of a wafer 14 (the amount of drives of a DC motor) in operation part 68. And inclination amendment of the leveling stage 20 is performed by driving DC motors 46, 48, and 50, referring to the information from encoders 52, 54, and 56. Furthermore, CPU66 performs focal control (height adjustment) of a wafer 14 by driving DC motors 46, 48, and 50 based on the focal position (height position) information from the light-receiving system 42 of autofocus equipment. That is, control which makes the exposure side of a wafer 14 in agreement with the best image formation side of a projection optical system 12 is performed.

[0016] Next, operation of this gestalt is explained along with the flow chart shown in drawing 6 . First, before loading a wafer 14 on the wafer electrode holder 38, the amount of inclinations of the leveling stage 20 is measured as Step 1. X stage drive system 32 and Y stage drive system 36 make the leveling stage 20 drive within XY flat surface based on the coordinate positional information from X-axis interferometer 26X and Y-axis interferometer 26Y, and the position of the grid-like measure point of mxn which makes a note of beforehand and has been memorized to 70 at this time. CPU66 memorizes the amount of inclinations of the leveling stage 20 in the lattice point 44 as map data in memory 70 based on the information from collimators 28 and 29. That is, CPU66 arranges the lattice point 44 on the leveling stage 20 one by one through X stage drive system 32 and Y stage drive system 36 on the optical axis AX of the projection optical system 12 which is an exposure position, and measures respectively the amount of inclinations of the circumference of the X-axis at that time, and a Y-axis with collimators 28 and 29.

[0017] Then, in starting exposure, it lays (Step 3) and a wafer 14 in the wafer electrode holder 38 on the leveling stage 20 (Step 4). Next, it moves at the center of the shot field (exposure field) of a wafer 14 on the optical axis AX of the projection optical system 12 which is an exposure position. And as Step 5, CPU66 reads the amount data of inclinations memorized by memory 70, and computes the amount of inclination amendments of the leveling stage 20 to the shot field located by operation part 68 in an exposure position. Here, since the position of the lattice point 44 shown in drawing 5 is not necessarily in agreement with the center of the shot field of a wafer 14, the amount of inclination amendments of the leveling stage 20 in the shot field is computed by taking the average of the approaching amount data of inclinations of two or more points (Step 6).

[0018] Next, as Step 7, CPU66 operates the autofocus equipments 40 and 42, and detects the Z direction height of the wafer 14 in the shot field in an exposure position. Operation part 68 computes the amount of amendments of the Z direction of the leveling stage 20 (focal controlled variable) based on the signal from the light-receiving system 42 of autofocus equipment. Next, operation part 68 computes the amount of drives of DC motors 46, 48, and 50 based on the amount of inclination amendments and the amount of Z direction amendments of the leveling stage 20, referring to the data from the encoders 52, 54, and 56 supplied through CPU66 again.

[0019] Next, CPU66 performs focal control and leveling control by carrying out drive control of DC motors 46, 48, and 50, and performing positioning of the leveling stage 20 in three points by which these DC motors 46, 48, and 50 have been arranged based on the amount of drives computed by operation part 68. That is, in an exposure position, the leveling stage 20 becomes the image formation side of a projection optical system 12, and parallel, and it adjusts so that the exposure side of a wafer 14 may be in agreement with the best image formation position of a projection optical system 12. Then, the image of the pattern of a reticle 10 is imprinted through a projection optical system 12 as Step 9 to the shot field by which inclination amendment and focal adjustment were carried out as mentioned above. The above-mentioned operation is repeated to each shot field henceforth, and when the exposure to all the shot fields of a wafer 14 is completed, the unload of (Step 10) and the wafer 14 is carried out. In addition, inclination amendment

operation of the leveling stage 20 and height control of a wafer 14 do not need to make it not necessarily simultaneous, and it may be made to control another side after one control.

[0020] As mentioned above, although the gestalt of this invention was explained, change various in the range which does not deviate from the summary as technical thought of this invention which is not limited to these gestalten and shown in the claim is possible for this invention.

[0021]

[Effect of the Invention] As explained above, while holding down the manufacturing cost of a stage low according to this invention, it is effective in the ability to aim at improvement in a throughput. That is, like before, since it is not necessary to depend for the measurement precision of the amount of inclinations of a stage on the process tolerance of the run side of a stage, it becomes possible to hold down the manufacturing cost of a stage (20, 30, 34) low. Moreover, since the amount of inclinations which measures and memorizes the amount of inclinations of a stage (20) before exposure, and is memorized when exposing is read and leveling amendment of a stage is carried out, there is no need of measuring the amount of inclinations of an induction substrate (14) front face, at the time of each induction substrate (14) or the exposure for every shot, and improvement in a throughput can be aimed at at it.

---

[Translation done.]

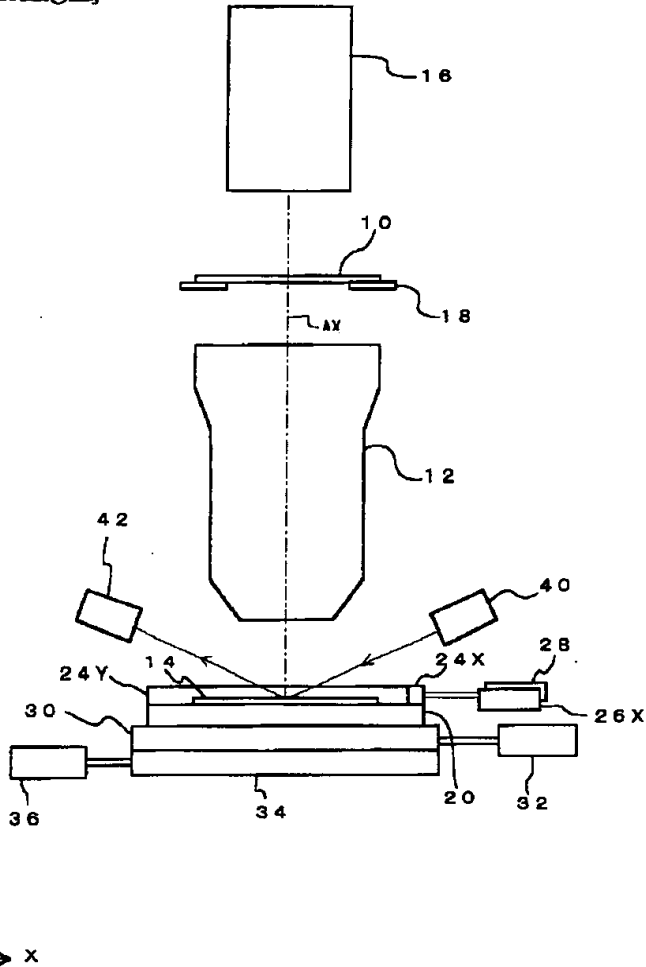
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

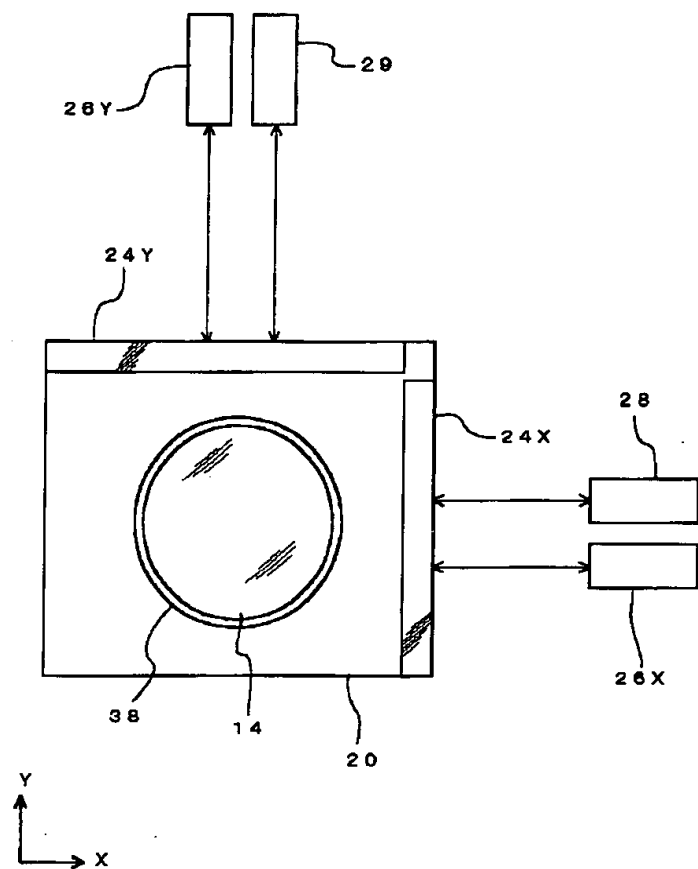
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

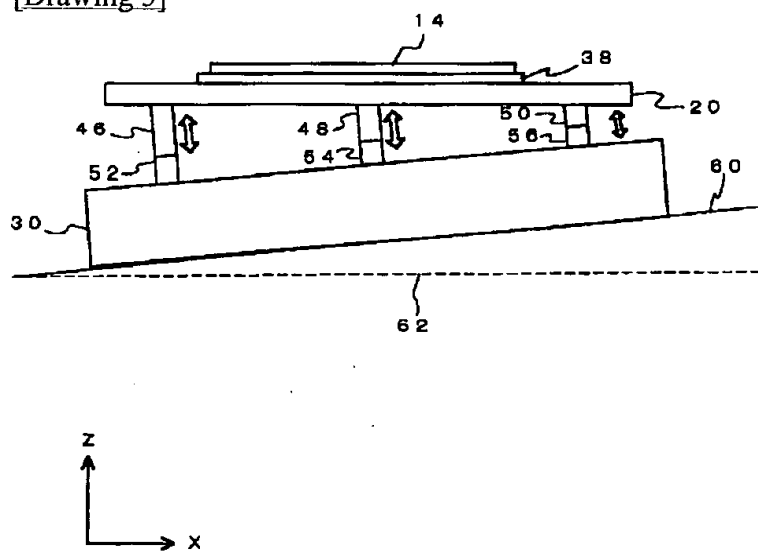
[Drawing 1]



[Drawing 2]

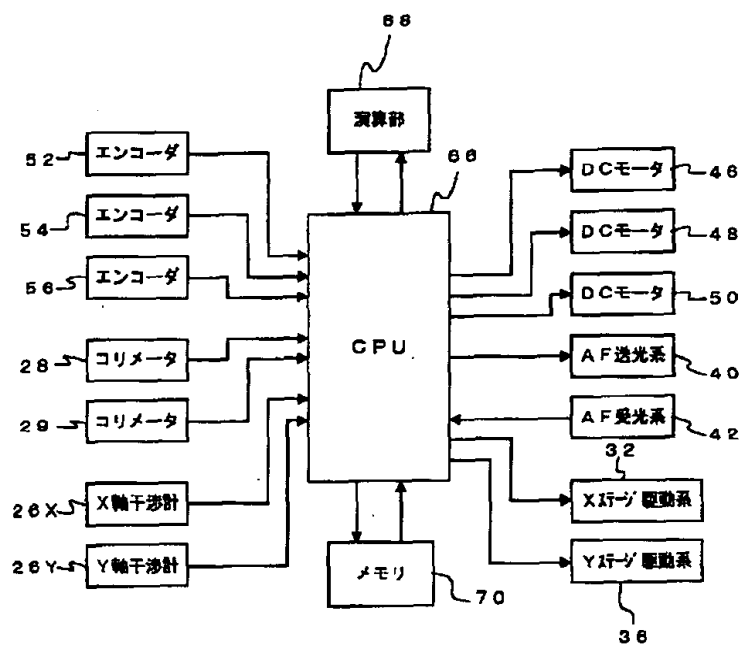


[Drawing 3]

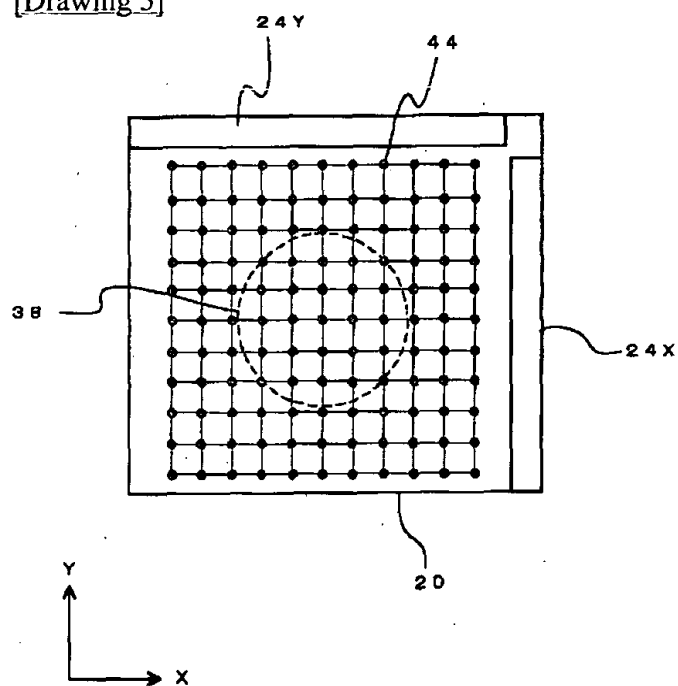


[Drawing 4]

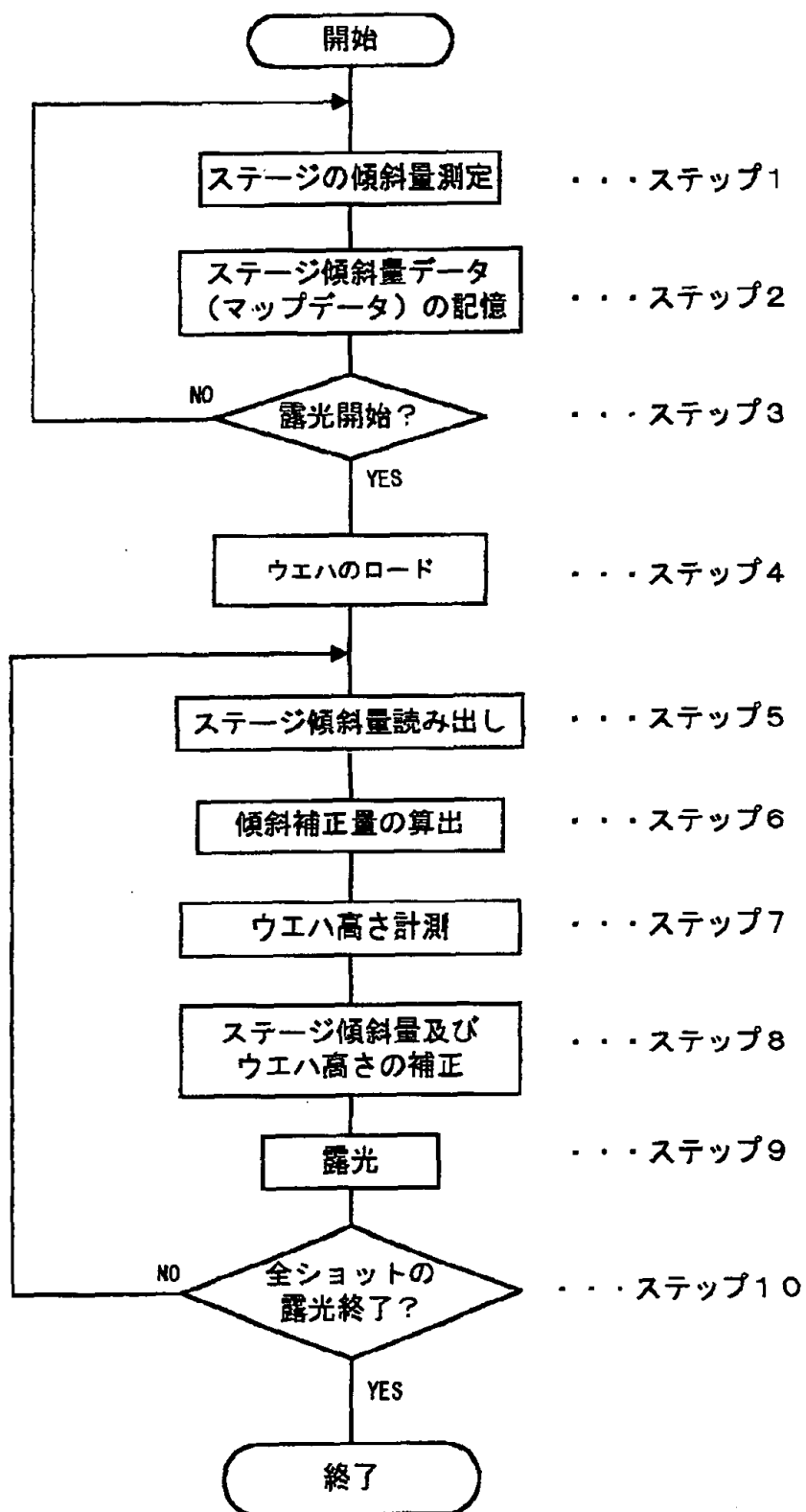




[Drawing 5]



[Drawing 6]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 270305

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 10 月 9 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H01L 21/027

識別記号

庁内整理番号

F I

H01L 21/30

516

B

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 91461

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 3 月 26 日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 山本 直幸

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株

式会社ニコン内

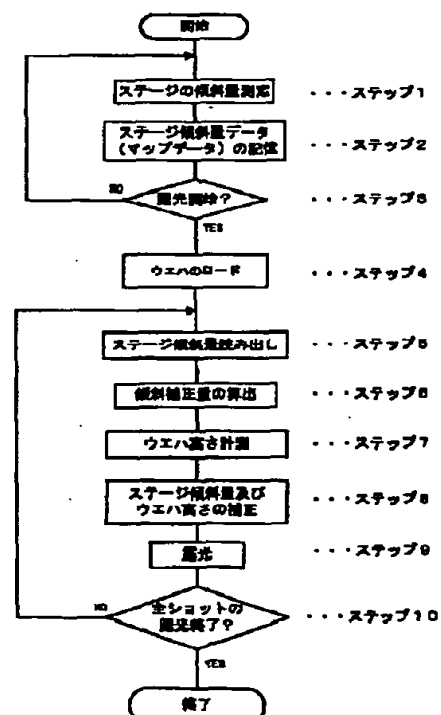
(74) 代理人 弁理士 飯塚 雄二

(54) 【発明の名称】 露光方法

(57) 【要約】

【課題】 ステージの製造コストを低く抑えるとともに、スループットの向上を図ること。

【解決手段】 感応基板 (14) を可動ステージ (20) 上に載置する前に、ステージ (20) 上の複数位置において、投影光学系 (12) の結像面に対するステージ (20) の傾斜量を計測し、これを記憶する。露光に先立ち、感応基板 (14) をステージ (20) 上の所定位置に載置した後、当該感応基板 (14) に対して、投影光学系 (12) の光軸 (AX) 方向の高さ位置を検出する。そして、検出された感応基板 (14) の高さ位置と記憶されたステージ (20) の傾斜量とに基づいて、マスク (10) に形成されたパターンの像を感応基板 (14) 上に転写する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して可動ステージに載置された感応基板上に転写する露光方法において、

前記感応基板を前記ステージ上に載置する前に、前記ステージ上の複数位置において、前記投影光学系の結像面に対する前記ステージの傾斜量を計測するステップと；計測された前記ステージの傾斜量を記憶するステップと；前記感応基板を前記ステージ上の所定位置に載置するステップと；所定の位置に載置された前記感応基板に対して、前記投影光学系の光軸方向の高さ位置を検出するステップと；検出された前記感応基板の高さ位置と記憶された前記ステージの傾斜量とに基づいて、前記感応基板上に転写するステップとを含むことを特徴とする露光方法。

【請求項 2】 前記ステージの傾斜量を計測するステップは、前記ステージ上に配置された  $m \times n$  の格子点上で行われることを特徴とする請求項 1 記載の露光方法。

【請求項 3】 前記ステージの傾斜量を計測するステップは、前記ステージの可動範囲内で計測することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の露光方法。

【請求項 4】 前記感応基板上に転写する前に、前記傾斜量を補正するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 ないし 3 記載の露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して可動ステージに載置された感応基板上に転写する露光方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体製造工程等に用いられる露光装置においては、マスクに形成されたパターンの像を感応基板上に正確に転写するために、投影光学系の結像面に対する感応基板の傾斜量を補正することが重要である。従来の露光装置においては、例えば、露光装置の仕様に応じて感応基板を載置するステージの走り面を高精度で平坦加工することによって、当該ステージの移動に伴う傾斜量の変動を防止していた。しかしながら、ステージの傾斜量制御がそのステージの走り面の加工精度に依存するため、ステージの傾斜量制御の精度向上に限界が生じると共に、精密な機械加工のためにステージの製造コストが高くなる等の種々の不都合があった。

【0003】 この不都合を解消するため、種々の手法が行われてきた。例えば、特開平 5 - 2 8 3 3 1 0 には、投影光学系の結像面に対する感応基板の表面傾斜量をグローバルに補正する方法、所謂 E G L (Enhanced Global Leveling) 方式を採用した露光方法が開示されている。この方法においては、処理対象となる感応基板をステージ上に載置した後、投影光学系の結像面に対するその感応基板の表面の傾斜量（凹凸）を複数点で計測す

る。そして、その計測結果に基づいて感応基板全体の表面傾斜量を統計的に求め、求められた傾斜量に基づいて感応基板の表面傾斜の補正を行っている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のようにステージ上に感応基板を載置した後に、その感応基板の表面の傾斜量をその都度統計的演算を介して計測する方法では、スループットが低下するという不都合があった。

10 【0005】 本発明は上記のような不都合に鑑みて成されたものであり、ステージの製造コストを低く抑えるとともに、スループットの向上を図り得る露光方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明の露光方法においては、感応基板（14）を可動ステージ（20）上に載置する前に、ステージ（20）上の複数位置において、投影光学系（12）の結像面に対するステージ（20）の傾斜量を計測し、これを記憶する。露光に先立ち、感応基板（14）をステージ（20）上の所定位置に載置した後、当該感応基板（14）に対して、投影光学系（12）の光軸（AX）方向の高さ位置を検出する。そして、検出された感応基板（14）の高さ位置と記憶されたステージ（20）の傾斜量とに基づいて、マスク（10）に形成されたパターンの像を感応基板（14）上に転写する。以上のような本発明においては、ステージ（20）上に配置された  $m \times n$  の格子点上でステージ（20）の傾斜量を計測することが望ましい。尚、 $m$  及び  $n$  は正数とする。

30 【0007】 本発明によれば、予め記憶されているステージ（20）の傾斜量を露光を行うときに読み出して、その傾斜量を補正することができる。このため、各感応基板（14）あるいは各ショット毎の露光時に、感応基板（14）表面の傾斜量を計測する必要が無く、スループットの向上を図ることができる。また、従来のように、ステージの傾斜量の計測精度をステージの走り面の加工精度に依存する必要があるため、ステージ（20、30、34）の製造コストを低く抑えることが可能となる。

## 40 【0008】

【発明の実施の形態】 図 1 は本形態にかかる投影露光装置を示す。本形態は、マスクとしてのレチクル 10 上に形成されたパターンの像を、投影光学系 12 を介して感応基板としてのウエハ 14 上に転写する半導体デバイス製造用の投影露光装置に本発明を適用したものである。本形態の投影露光装置においては、光源を含む照明系 16 から射出された均一な照度を有する露光光が、レチクルホルダー 18 に保持されたレチクル 10 に照射されるようになっている。レチクル 10 の下面には転写用パターン（図示せず）が形成されており、そのパターンの像

が投影光学系 12 によってウエハ 14 上に所定の倍率で投影される。

【0009】ウエハ 14 は、レベリングステージ 20 上に載置されたウエハホルダ 38 (図 2 参照) により、真空吸着等の方法によって保持される。矩形的レベリングステージ 20 上の 2 辺には、移動鏡 24 X、24 Y が設置されており、レーザ干渉計 26 X、26 Y (図 2 参照) から射出されるレーザ光をそれぞれ反射するようになっている。レーザ干渉計 26 X は、レベリングステージ 20 の X 方向 (図 1 中の左右方向) の座標位置を計測し、レーザ干渉計 26 Y は、レベリングステージ 20 の Y 方向 (図 1 の紙面と垂直な方向) の座標位置を計測する。各レーザ干渉計 26 X、26 Y は、投影光学系 12 に固定設置された不図示の固定鏡からの反射光と各移動鏡 24 X、24 Y からの反射光の干渉状態に基づいてレベリングステージ 20 の座標位置を各々計測するようになっている。また、レベリングステージ 20 は、後に詳述するように、投影光学系 12 の光軸 A X と平行な Z 方向 (図 1 の上下方向) の位置調整 (フォーカス調整) 及びレベリング調整を行えるように構成されている。

【0010】レベリングステージ 20 は、X ステージ駆動系 32 によって X 方向に移動可能な X ステージ 30 上に設置されている。また、X ステージ 30 は、Y ステージ駆動系 36 によって Y 方向に移動可能な Y ステージ 34 上に設置されている。投影光学系 12 の側部には、斜入射方式のオートフォーカス装置を構成する送光系 40 と受光系 42 とが配置されている。送光系 40 からスリット状の光をウエハ 14 の表面に斜め方向から照射し、その反射光を受光系 42 で検出するようになっている。このようなオートフォーカス装置 (40、42) によって、投影光学系 12 の光軸 A X 方向 (Z 方向) のウエハ 14 の表面高さを計測できるようになっている。

【0011】次に、図 1 に示す投影露光装置のレベリングステージ 20 の周辺の構成について、図 2 を用いて説明する。図 1 にも示すように、X 軸干渉計 26 X の横にはコリメータ 28 が併設され、また、Y 軸干渉計 26 Y の横にはコリメータ 29 が併設されている。コリメータ 28 は、移動鏡 24 X に対して計測用の光を照射し、その反射光に基づいてレベリングステージ 20 の Y 軸周りの傾斜量 (傾斜角) を計測する。また、コリメータ 29 も同様に、移動鏡 24 Y に対して計測用の光を照射し、その反射光に基づいてレベリングステージ 20 の X 軸周りの傾斜量 (傾斜角) を計測する。このようなレベリングステージ 20 の傾斜量の計測は、ウエハ 14 をレベリングステージ 20 上に載置する前、すなわち露光前に予め実行される。

【0012】図 3 は、レベリングステージ 20 の駆動系の構成を示す。レベリングステージ 20 と X ステージ 30 との間には、レベリングステージ 20 を投影光学系 12 の光軸 A X と平行な方向 (Z 方向) に駆動する 3 つの

直流モータ (DC モータ) 46、48、50 が配置されている。また、DC モータ 46、48、50 には、各モータの回転量をモニターするエンコーダ 52、54、56 がそれぞれ接続されている。すなわち、エンコーダ 52、54、56 の検出値によって、DC モータ 46、48、50 によるレベリングステージ 20 の駆動量をモニターすることができる。本形態においては、3 つの DC モータ 46、48、50 をそれぞれ独立して制御できる構成となっており、レベリングステージ 20 の傾斜量調整のみならず、Z 方向の位置調整 (フォーカス調整) を行うことが可能となっている。なお、図中符号 62 及び 60 は、投影光学系 12 の結像面である X ステージ 30 (レベリングステージ 20) の理想の走行面と、実際の走行面とを各々示す。図 3 においては、X ステージ 30 の走行面 60 の理想面 62 に対する傾斜の度合いを極端に示しているが、加工精度等の種々の理由により Y ステージ 34 (図 1 参照) 上の X ステージ 30 の走行面が理想面 62 に対して傾斜している。

【0013】次に、本形態によるレベリング機能に関係する制御系の構成を図 4 を用いて説明する。全体の制御を総括的に行う CPU (中央処理装置) 66 には、所定の演算を行う演算部 68 と、レベリングステージ 20 の傾斜量に関するデータ等を記憶するメモリ 70 とが接続されている。上述したように、DC モータ 46、48、50 の駆動量を示すデータがエンコーダ 52、54、56 から CPU 66 に対して供給される。オートフォーカス装置 (40、42) の受光系 42 からは、ウエハ 14 の表面の Z 方向の位置を示すデータ (高さ情報) が CPU 66 に供給される。コリメータ 28、29 からは、レベリングステージ 20 の傾斜量を示すデータが CPU 66 に供給され、X 軸干渉計 26 X 及び Y 軸干渉計 26 Y からは、レベリングステージ 20 の XY 平面内の座標位置を示すデータが CPU 66 に供給される。

【0014】CPU 66 は、コリメータ 28、29 及び 2 つの干渉計 26 X、26 Y からの情報に基づき、レベリングステージ 20 上の複数点での傾斜量をマップデータとしてメモリ 70 に保存する。傾斜量の計測点としては、図 5 に示すように、レベリングステージ 20 の可動範囲に存在する  $m \times n$ 、例えば  $10 \times 10$  の格子点 44 で行う。すなわち、露光を行う前に、格子点 44 におけるレベリングステージ 20 の傾斜量をコリメータ 28、29 を用いて計測する。レベリングステージ 20 の傾斜量を計測する点の数は、上述したように  $10 \times 10$  に限らず、必要に応じて増減し、また計測点の配置を変更することができる。

【0015】露光に際して CPU 66 は、メモリ 70 に記憶された傾斜量データを読み出し、ウエハ 14 の各ショット領域の傾斜補正量 (DC モータの駆動量) を演算部 68 において算出する。そして、エンコーダ 52、54、56 からの情報を参照しつつ DC モータ 46、4

8, 50を駆動することにより、レベリングステージ20の傾斜補正を行う。更に、CPU66は、オートフォーカス装置の受光系42からのフォーカス位置（高さ位置）情報に基づいて、DCモータ46, 48, 50を駆動することにより、ウエハ14のフォーカス制御（高さ調整）を行う。すなわち、ウエハ14の露光面を投影光学系12の最良結像面に一致させる制御を行う。

【0016】次に、本形態の動作を図6に示すフローチャートに沿って説明する。まず、ウエハ14をウエハホルダ38上にロードする前に、ステップ1として、レベリングステージ20の傾斜量を測定する。この時、Xステージ駆動系32及びYステージ駆動系36は、X軸干渉計26X及びY軸干渉計26Yからの座標位置情報と、予めメモリ70に記憶してある $m \times n$ の格子状計測点の位置とに基づいてレベリングステージ20をXY平面内で駆動させる。CPU66は、コリメータ28, 29からの情報に基づいて格子点44におけるレベリングステージ20の傾斜量をメモリ70にマップデータとして記憶する。つまり、CPU66は、レベリングステージ20上の格子点44をXステージ駆動系32及びYステージ駆動系36を介して、露光位置である投影光学系12の光軸AX上に順次配置し、その時のX軸及びY軸周りの傾斜量をコリメータ28, 29によって各々計測する。

【0017】その後、露光を開始する場合には（ステップ3）、ウエハ14をレベリングステージ20上のウエハホルダ38に載置する（ステップ4）。次に、ウエハ14のショット領域（露光領域）の中心を露光位置である投影光学系12の光軸AX上まで移動する。そして、ステップ5として、CPU66はメモリ70に記憶されている傾斜量データを読み出し、演算部68により露光位置にあるショット領域に対するレベリングステージ20の傾斜補正量を算出する。ここで、図5に示す格子点44の位置が必ずしもウエハ14のショット領域の中心と一致するとは限らないため、例えば、近接する複数点の傾斜量データの平均値を採ることによって、そのショット領域におけるレベリングステージ20の傾斜補正量を算出する（ステップ6）。

【0018】次に、CPU66は、ステップ7として、オートフォーカス装置40, 42を作動させ、露光位置にあるショット領域におけるウエハ14のZ方向高さを検出する。演算部68は、オートフォーカス装置の受光系42からの信号に基づき、レベリングステージ20のZ方向の補正量（フォーカス制御量）を算出する。次に、演算部68は、また、CPU66を介して供給されるエンコーダ52, 54, 56からのデータを参照しつつ、レベリングステージ20の傾斜補正量及びZ方向補正量とに基づいて、DCモータ46, 48, 50の駆動量を算出する。

【0019】次に、CPU66は演算部68によって算

出された駆動量に基づいて、DCモータ46, 48, 50を駆動制御し、これらDCモータ46, 48, 50が配置された3点におけるレベリングステージ20の位置調整を行うことにより、フォーカス制御とレベリング制御とを実行する。すなわち、露光位置においてレベリングステージ20が投影光学系12の結像面と平行になり、ウエハ14の露光面が投影光学系12の最良結像位置と一致するように調整を行う。その後、ステップ9として、上記のように傾斜補正及びフォーカス調整されたショット領域に対して、レチクル10のパターンの像を投影光学系12を介して転写する。以降は、各ショット領域に対して上記の動作を繰り返し、ウエハ14の全てのショット領域に対する露光が終了した時点で（ステップ10）、ウエハ14をアンロードする。なお、レベリングステージ20の傾斜補正動作と、ウエハ14の高さ制御とは、必ずしも同時にする必要はなく、一方の制御の後で他方の制御を行うようにしてもよい。

【0020】以上、本発明の形態について説明したが、本発明はこれらの形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示された本発明の技術的思想としての要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

#### 【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ステージの製造コストを低く抑えるとともに、スループットの向上を図ることができるという効果がある。すなわち、従来のように、ステージの傾斜量の計測精度をステージの走り面の加工精度に依存する必要がないため、ステージ（20, 30, 34）の製造コストを低く抑えることが可能となる。また、露光前にステージ（20）の傾斜量を測定して記憶しておき、露光を行うときに記憶されている傾斜量を読み出してステージのレベリング補正をしているため、各感応基板（14）あるいは各ショット毎の露光時に、感応基板（14）表面の傾斜量を計測する必要が無く、スループットの向上を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の1形態にかかる投影露光装置の構成を示す概念図である。

【図2】図2は、図1の投影露光装置のレベリングステージ周辺の構成を示す平面図である。

【図3】図3は、図1の投影露光装置のレベリングステージ周辺の構成を示す側面図である。

【図4】図4は、本形態のレベリング調整及びフォーカス調整に関する制御系の構成を示すブロック図である。

【図5】図5は、本形態の作用を説明するために使用される説明図であり、レベリングステージを平面方向から見た様子を示す。

【図6】図6は、本形態の動作を示すフローチャートである。

#### 【符号の説明】

7

8

1 0 . . . レチクル

1 2 . . . 投影光学系

1 4 . . . ウエハ

2 0 . . . レベリングステージ

2 8 , 2 9 . . . コリメータ

3 0 . . . Xステージ

3 4 . . . Yステージ

4 0 . . . オートフォーカス装置送光系

4 2 . . . オートフォーカス装置受光系

4 4 . . . 格子点

4 6 , 4 8 , 5 0 . . . D C モータ

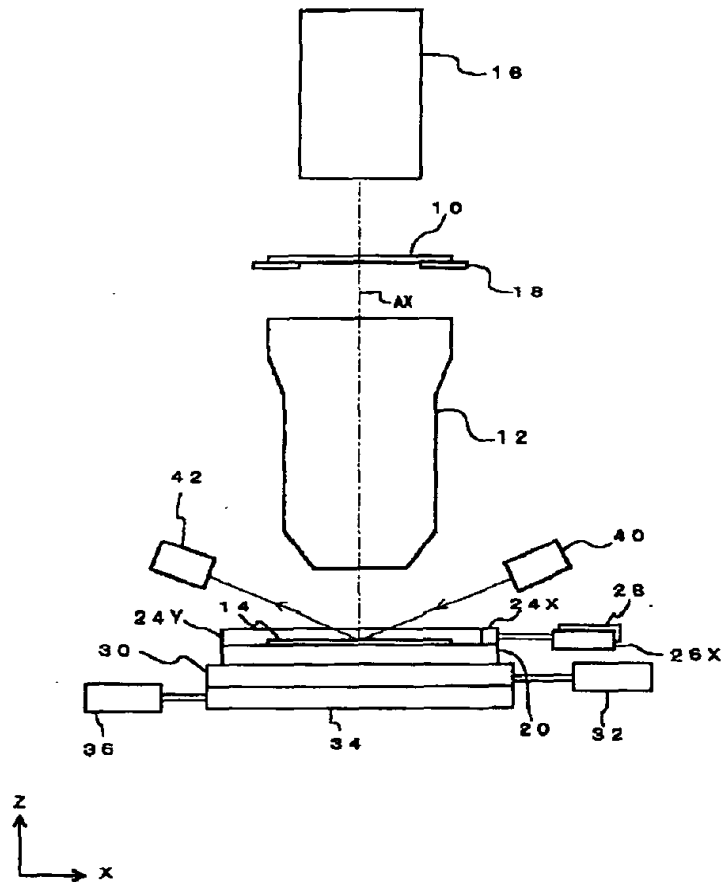
5 2 , 5 4 , 5 6 . . . エンコーダ

6 6 . . . C P U

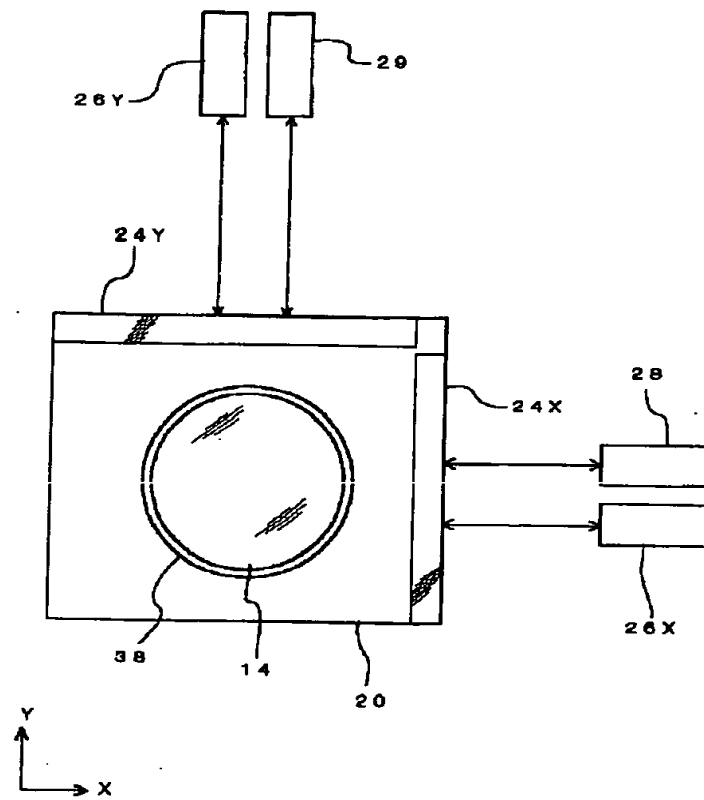
6 8 . . . 演算部

7 0 . . . メモリ

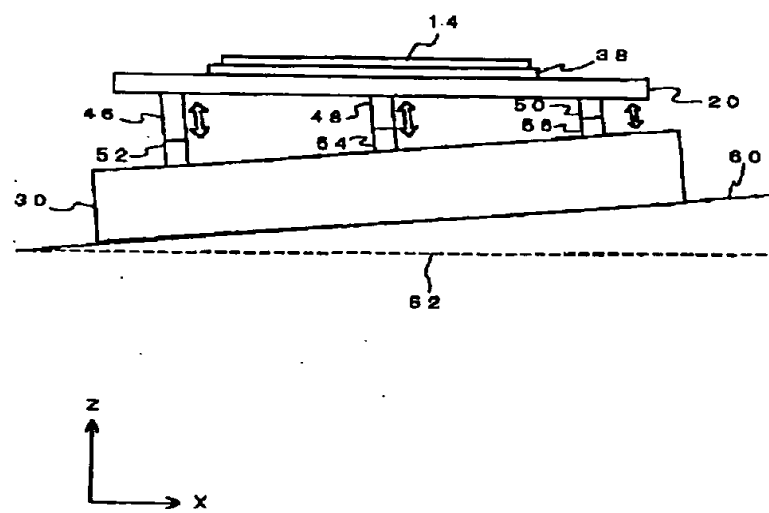
【図 1】



【図 2】

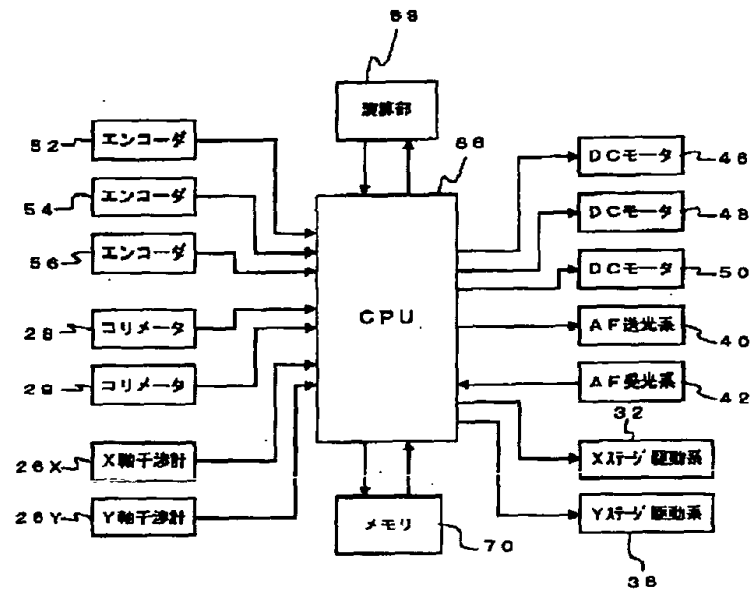


【図 3】

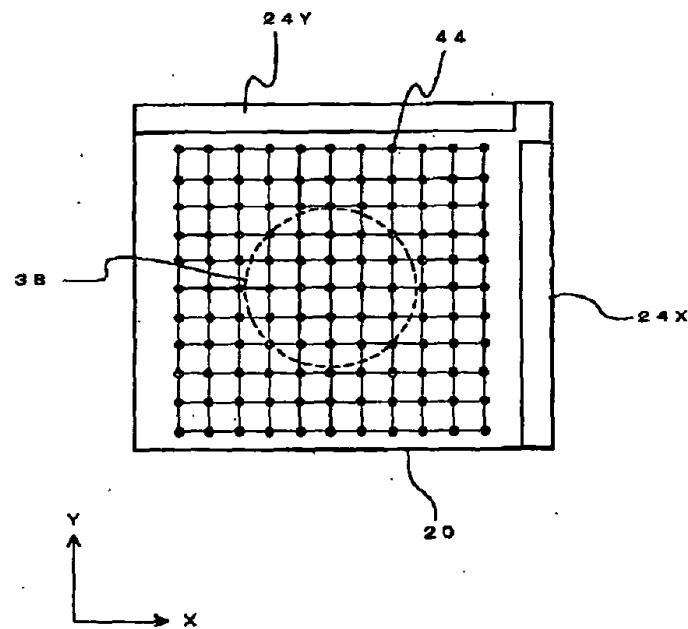




【図4】



【図5】



【図 6】

